

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平10-65645

(43) 公開日 平成10年(1998) 3月6日

(51) Int.Cl. <sup>6</sup>	識別記号	庁内整理番号	F I	技術表示箇所
H 0 4 J 11/00			H 0 4 J 11/00	Z
H 0 3 J 7/02			H 0 3 J 7/02	.
H 0 4 B 1/26			H 0 4 B 1/26	C
H 0 4 L 27/22			H 0 4 L 27/22	Z

審査請求 未請求 請求項の数 3 F D (全 6 頁)

(21) 出願番号 特願平8-239959

(22) 出願日 平成8年(1996) 8月23日

(71) 出願人 000003595

株式会社ケンウッド

東京都渋谷区道玄坂1丁目14番6号

(72) 発明者 奥畑 康秀

東京都渋谷区道玄坂1丁目14番6号 株式  
会社ケンウッド内

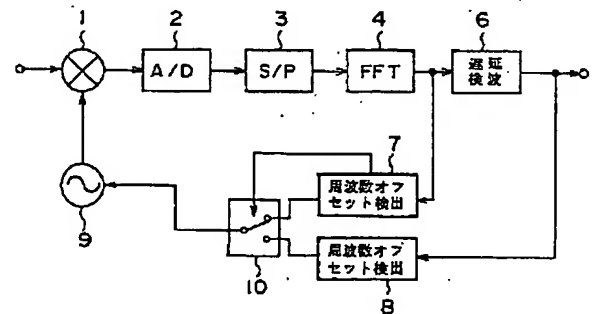
(74) 代理人 弁理士 砂子 信夫

(54) 【発明の名称】 受信装置

(57) 【要約】

【課題】 受信環境によって周波数オフセットの検出性能が劣化することを防止した受信装置を提供する。

【解決手段】 離散フーリエ変換データ中の周波数オフセット検出のための基準シンボルに基づいて入力における周波数オフセット量を周波数オフセット検出回路7にて検出し、遅延検波回路6からの検波出力データの位相差から入力における周波数オフセット量を周波数オフセット検出回路8にて検出する。周波数オフセット検出回路7による検出周波数オフセット量が周波数オフセット検出回路8による周波数オフセット検出範囲に入るまで受信開始時から周波数オフセット検出回路7による検出周波数オフセット量を切替スイッチ回路10にて選択し、その後周波数オフセット検出回路8による検出周波数オフセット量を切替スイッチ回路10にて選択し、選択された検出周波数オフセット量に基づいて電圧制御発振器9の発振周波数を制御する。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】受信信号をA/D変換し、A/D変換された受信信号を離散フーリエ変換し、離散フーリエ変換出力データを遅延検波する復調器を備えた受信装置において、離散フーリエ変換データ中の周波数オフセット検出のための基準シンボルに基づいて復調器の入力における周波数オフセット値を検出する第1の周波数オフセット検出手段と、遅延検波出力データの位相差から復調器の入力における周波数オフセット値を検出する第2の周波数オフセット検出手段と、第1の周波数オフセット検出手段による検出周波数オフセット値が第2の周波数オフセット検出手段による周波数オフセット検出範囲に入るまで受信開始時から第1の周波数オフセット検出手段による検出周波数オフセット値を選択し、その後第2の周波数オフセット検出手段による検出周波数オフセット値を選択する選択手段とを備え、選択された検出周波数オフセット値に基づいて自動周波数制御を行うことを特徴とする受信装置。

【請求項2】受信信号をA/D変換し、A/D変換された受信信号を離散フーリエ変換し、離散フーリエ変換出力データを遅延検波する復調器を備えた受信装置において、離散フーリエ変換データ中の周波数オフセット検出のための基準シンボルに基づいて復調器の入力における周波数オフセット値を検出する第1の周波数オフセット検出手段と、遅延検波出力データの位相差から復調器の入力における周波数オフセット値を検出する第2の周波数オフセット検出手段と、第1の周波数オフセット検出手段による検出周波数オフセット値と第2の周波数オフセット検出手段による周波数オフセット検出値とを所定比率で合成する合成手段とを備え、合成手段によって合成された周波数オフセット値に基づいて自動周波数制御を行うことを特徴とする受信装置。

【請求項3】請求項2記載の受信装置において、合成手段における合成比率を誤り訂正手段から得た誤り訂正率に基づいて変更することを特徴とする受信装置。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【発明の属する技術分野】本発明はデジタルオーディオ放送信号の受信に用いることができる受信装置に関し、さらに詳細には直交周波数分割多重（以下、OFDMとも記す）変調された信号を復調する復調器を備えた受信装置に関する。

## 【0002】

【従来の技術】この種の従来の復調器を用いた受信装置は図2に示すように、入力端子から入力されたOFDM変調された受信信号が入力端子に供給され、受信信号はミキサ1によって周波数変換され、A/D変換器2によりA/D変換される。A/D変換された受信信号はシリアル/パラレル変換器3においてパラレルデータに変換され、その出力パラレルデータは高速フーリエ変換回路

（以下、FFT回路と記す）4に供給する。FFT回路4においては入力されたデータをフーリエ変換して、入力された時間領域の信号を周波数領域の信号に変換して出力する。FFT回路4からの出力は遅延検波回路6、周波数オフセット検出回路17に供給し、遅延検波回路6では入力された信号を遅延検波して復調データを出力端子から送出させる。

【0003】周波数オフセット検出回路17では入力された信号中の周波数オフセット検出用の基準シンボルに基づいて周波数オフセット量を検出し、局部発振器として作用する電圧制御発振器9の発振周波数を検出周波数オフセット量に基づいて制御して、周波数ずれを補正し、周波数ずれが補正された電圧制御発振器9からの出力がミキサ1に供給されて周波数変換される。

## 【発明が解決しようとする課題】

【0004】しかし、上記した従来の受信装置では、或る一定時間遅れた受信信号が特定のマルチパス環境において、周波数オフセット検出誤差が大きくなったりして、正常に受信できなくなる場合が生ずるという問題点があった。

【0005】本発明は、受信環境によって周波数オフセットの検出性能が劣化することを防止した受信装置を提供することを目的とする。

## 【0006】

【課題を解決するための手段】本発明にかかる受信装置は、受信信号をA/D変換し、A/D変換された受信信号を離散フーリエ変換し、離散フーリエ変換出力データを遅延検波する復調器を備えた受信装置において、離散フーリエ変換データ中の周波数オフセット検出のための基準シンボルに基づいて復調器の入力における周波数オフセット値を検出する第1の周波数オフセット検出手段と、遅延検波出力データの位相差から復調器の入力における周波数オフセット値を検出する第2の周波数オフセット検出手段と、第1の周波数オフセット検出手段による検出周波数オフセット値が第2の周波数オフセット検出手段による周波数オフセット検出範囲に入るまで受信開始時から第1の周波数オフセット検出手段による検出周波数オフセット値を選択し、その後第2の周波数オフセット検出手段による検出周波数オフセット値を選択する選択手段とを備え、選択された検出周波数オフセット値に基づいて自動周波数制御を行うことを特徴とする。

【0007】本発明にかかる受信装置によれば、離散フーリエ変換データ中の周波数オフセット検出のための基準シンボルに基づいて復調器の入力における周波数オフセット値が第1の周波数オフセット検出手段により検出され、遅延検波出力データの位相差から復調器の入力における周波数オフセット値が第2の周波数オフセット検出手段によって検出される。選択手段によって、第1の周波数オフセット検出手段による検出周波数オフセット値が第2の周波数オフセット検出手段による周波数オフ

セット検出範囲に入るまで受信開始時から第1の周波数オフセット検出手段による検出周波数オフセット値が選択され、その後第2の周波数オフセット検出手段による検出周波数オフセット値が選択されて、選択手段によって選択された検出周波数オフセット値に基づいて自動周波数制御が行われる。

【0008】しかるに、第2の周波数オフセット検出手段による検出周波数オフセット値の検出は遅延検波器の出力データの位相差から検出されるため、検出周波数オフセット値の検出範囲は狭いが、受信環境によって検出不能となることはない。一方、第1の周波数オフセット検出手段による検出周波数オフセット値の検出は基準シンボルに基づくため、受信環境によって影響される。そこで、選択手段によって、第1の周波数オフセット検出手段による検出周波数オフセット値が第2の周波数オフセット検出手段による周波数オフセット検出範囲に入るまで受信開始時から第1の周波数オフセット検出手段による検出周波数オフセット値によって自動周波数制御が行われ、その後第2の周波数オフセット検出手段による検出周波数オフセット値によって自動周波数制御が行われる結果、受信環境にかかわらず良好な受信が可能となる。

【0009】選択手段に代わって、第1の周波数オフセット検出手段による検出周波数オフセット値と第2の周波数オフセット検出手段による周波数オフセット検出値とを所定比率で合成する合成手段とを備え、合成手段によって合成された周波数オフセット値に基づいて自動周波数制御を行っても同様である。この場合、合成手段における合成比率を誤り訂正手段から得た誤り訂正率に基づいて変更してもよい。

【0010】

【発明の実施の形態】本発明にかかる受信装置を実施の形態によって説明する。図1は本発明の実施の一形態にかかる受信装置の主要部の構成を示すブロック図である。

【0011】本発明の実施の一形態にかかる受信装置において、受信信号はミキサ1によって局部発振器として作用する電圧制御発振器9と協働して周波数変換されて中間周波信号に変換される。中間周波信号はA/D変換器2に供給されてデジタル信号に変換される。デジタル信号に変換された中間周波信号はシリアル/パラレル変換器3に供給されてパラレルデータに変換され、その出力パラレルデータはFFT回路4に供給される。

【0012】FFT回路4においては、入力されたパラレルデータに対してFFTのポイント数に応じた窓かけが行われ、その窓の単位でフーリエ変換され、入力された時間領域の信号は周波数領域の信号に変換のうえ出力される。FFT回路4からの出力は遅延検波回路6に供給されて遅延検波され、遅延検波された復調データは出力端子から送出される。FFT回路4からの出力は周波

数オフセット検出回路7にも送出され、遅延検波された復調データは周波数オフセット検出回路8にも送出される。

【0013】FFT回路4からの出力を受けた周波数オフセット検出回路7では入力された信号中の周波数オフセット検出用の基準シンボルに基づいて周波数オフセット量が検出される。遅延検波回路6からの復調データを受けた周波数オフセット検出回路8では入力された復調データの位相を求めて求められた位相の値と周波数オフセットがない状態での位相との差が求められて周波数オフセット量が検出される。

【0014】周波数オフセット検出回路7によって検出された周波数オフセット量に基づく信号および周波数オフセット検出回路8によって検出された周波数オフセット量に基づく信号は切替スイッチ回路10に送出される。一方、周波数オフセット検出回路7による検出周波数オフセット値が周波数オフセット検出回路8による周波数オフセット検出可能範囲に入るまで周波数オフセット検出回路7から出力された周波数オフセット量に基づく信号を切替スイッチ回路10にて選択し、周波数オフセット検出回路7による検出周波数オフセット値が周波数オフセット検出回路8による周波数オフセット検出可能範囲に入ると周波数オフセット検出回路8から出力された周波数オフセット量に基づく信号を切替スイッチ回路10にて選択する切替信号が、周波数オフセット検出回路7から切替スイッチ回路10に送出される。

【0015】切替スイッチ回路10において選択された検出周波数量に基づく信号は局部発振器として作用する電圧制御発振器9に供給されて、電圧制御発振器9の発信周波数を切替スイッチ回路10から送出された検出周波数オフセット量に基づいて制御して、周波数ずれが補正される。この場合に電圧制御発振器9の周波数制御電圧がアナログ電圧であるときは図示しない変換器によって検出周波数オフセット量に基づく信号がアナログ電圧に変換されて、電圧制御発振器9に供給される。この結果、周波数ずれが補正された電圧制御発振器9からの発振出力はミキサ1に供給して入力された受信信号が周波数変換されて、自動周波数制御が行われる。

【0016】上記のように構成された本発明の実施の一形態にかかる受信装置における周波数オフセット検出回路7および周波数オフセット検出回路8における周波数オフセット量検出について、欧州規格のデジタルオーディオ放送信号の送信モード1の場合を例に説明する。

【0017】先ず、周波数オフセット検出回路7における周波数オフセット量検出について説明する。デジタルオーディオ放送信号の場合送られてくる信号中に基準シンボルである位相参照シンボル(PRS)が含まれている。このPRSに用いられている1536QSPKシンボルは、32QPSKシンボルが48ブロックで構成されており、それぞれのブロックは位相シフトとされたC

AZC (Constant Amplitude Zero AutoCorrelation) 符号系列を差動符号化した符号系列を用いている。全てのブロックにおいて使用しているCAZAC符号系列は同一のもであり、シフトする位相は $\pi/2$ 毎とされている。

【0018】受信装置の周波数オフセット検出回路7では、PRSのこの性質を用いて周波数オフセット量を検出する。FFT回路4の出力を受けて、FFTされたPRSをQPSKシンボル間で遅延検波する。遅延検波されたQPSKシンボルは周波数オフセットを含む位相シフトされたCAZAC符号系列となり、48のブロックにわけられる。その後、ブロック間の干渉を減らすために1ブロック当たり16QPSKシンボルだけを取り出し、 $16 \times 48$ のQPSKシンボルはブロック毎に位相シフトを行って、全てのブロックが同一のCAZAC符号系列となるようにし、合成したのち、予め用意したCAZAC符号系列と相関を取る。

【0019】ここで、16QPSKシンボルを取り出す場合にその位置を替えると、キャリア周波数間隔で周波数をオフセットさせることと同じ効果となり、CAZAC符号系列の自己相関はM系列と同様に1シンボル以上ずれた場合にほとんど相関が無くなる。この性質を利用して16QPSKシンボルを取り出す位置をシフトしながら前記の予め用意したCAZAC符号系列と相関を取り、相関係数が最大になるシフト量を求めることによって周波数オフセット量を検出する。この検出での分解能はキャリア周波数間隔であり1kHzとなる。

【0020】そこで、キャリア周波数間隔以下の分解能で周波数オフセット量を求めるために次の操作を行う。相関係数が最大になるシフト量を求めた後に、その点での相関係数およびシフト量を $\pm 1$ シンボル変えた点での相関係数を求める。また2QPSKシンボル間での遅延検波をも行って、同じシフト量の点および1シンボル変えた点での相関係数を求めて、これの5種類の相関係数から周波数オフセット量を求める。

【0021】次に、周波数オフセット検出回路8では、遅延検波回路6における遅延検波後のQPSKシンボルの位相から周波数オフセット量を推定する。遅延検波は各々のQPSKシンボルにおける1.246ms (OFDMシンボル長) 当たりの位相差を求めることであるから、周波数がずれている場合、遅延検波回路6からの遅延検波出力は周波数ずれに応じた位相のオフセットを含むことになり、位相のオフセット量から周波数オフセット量が検出される。

【0022】OFDMの各キャリアが $\pi/4$ -QPSK変調されている。この場合、遅延検波回路6から出力されるデータの位相は周波数オフセットのない状態では $\pm 45$ 度、 $\pm 135$ 度の4値になる。周波数オフセットがある状態では、周波数オフセット量に応じてデータの位相ずれが生ずる。しかし、正常にずれを検出できるのは

$\pm 45$ 度の範囲内であり、それ以上ずれた場合には異なるデータとして検出される。したがって周波数オフセット検出回路8では周波数オフセット量が狭い範囲内において検出することができる。

【0023】周波数オフセット検出回路7においては、FFTされた周波数オフセット検出用の基準シンボルに基づいて周波数オフセット量が検出されるが、マルチパスの状態によってはその検出値に大きな誤差が生ずる。これに対して、周波数オフセット検出回路8における周波数オフセットの検出は、狭い範囲の周波数オフセット量に限られるが、検出可能な範囲内においてはマルチパスの状態でデータが再生不可能となるような検出誤差を持つことはない。

【0024】ここで、受信開始時に周波数オフセット検出回路7から出力された周波数オフセット量に基づく信号が周波数オフセット検出回路7からの選択信号によって切替スイッチ回路10において選択され、周波数オフセット検出回路7から出力された周波数オフセット量に基づく信号によって電圧制御発振器9の発振周波数が制御される。

【0025】この間に、周波数オフセット検出回路7から出力された周波数オフセット量が周波数オフセット検出回路8による周波数オフセット検出可能範囲に入ると、切替スイッチ回路10は周波数オフセット検出回路7からの選択信号によって切替えられ、周波数オフセット検出回路8から出力された周波数オフセット量に基づく信号が選択されて、周波数オフセット検出回路8から出力された周波数オフセット量に基づく信号によって電圧制御発振器9の発振周波数が制御される。

【0026】この結果、一度、周波数オフセット検出回路8から出力された周波数オフセット量に基づく信号により電圧制御発振器9の発振周波数が制御されて受信周波数に周波数引込みが行われた後は、マルチパスなどによって周波数オフセット量を誤検出することはなくなって、受信環境によって周波数オフセットの検出性能が劣化することではなく、安定した受信が行えることになる。

【0027】また、切替スイッチ回路10に代わって、周波数オフセット検出回路7から出力された周波数オフセット量に基づく信号と周波数オフセット検出回路8から出力された周波数オフセット量に基づく信号とを合成する合成回路を設け、受信開始時から所定期間のみ、周波数オフセット検出回路7から出力された周波数オフセット量に基づく信号の合成比率を高くすることによって電圧制御発振器9の発振周波数を制御してもよい。

【0028】この場合、合成比率の変更は、周波数オフセット検出回路7または8からの出力周波数オフセット量であっても、誤り訂正回路から得たデータの訂正率であってもよい。

【0029】

【発明の効果】以上説明したように本発明にかかる受信

装置によれば、受信環境によって周波数オフセットの検出性能が悪化することが防止できて、正常な受信が行えるという効果が得られる。

【図面の簡単な説明】

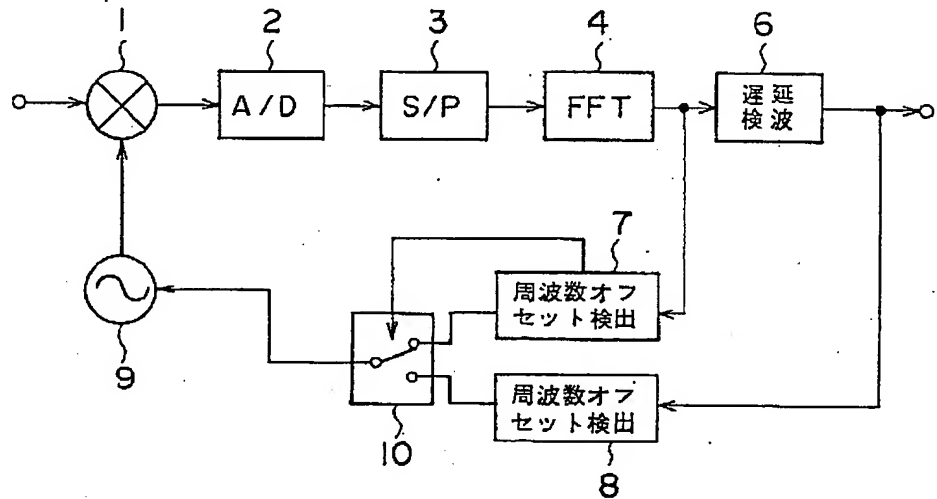
【図1】本発明の実施の一形態にかかる受信装置の主要部の構成を示すブロック図である。

【図2】従来の受信装置の主要部の構成を示すブロック図である。

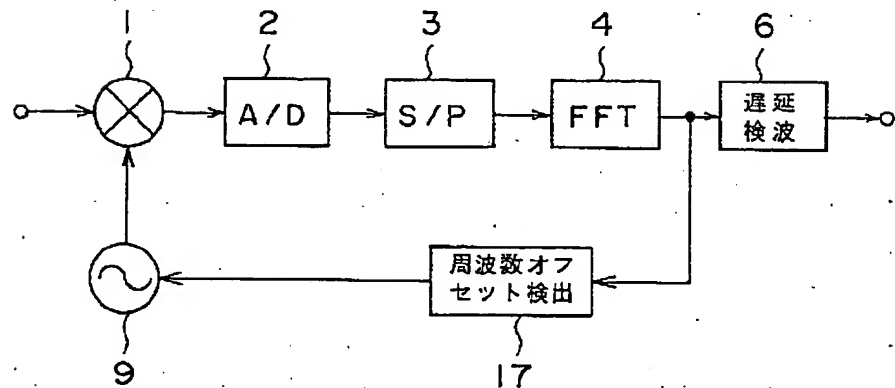
【符号の説明】

- 1 ミキサ
- 2 A/D変換器
- 3 シリアル/パラレル変換器
- 4 FFT回路
- 5および15 データシフト回路
- 6 遅延検波回路
- 7および8 周波数オフセット検出回路
- 9 電圧制御発振器
- 10 切替スイッチ回路

【図1】



【図2】



【手続補正書】

【提出日】平成9年5月12日

【手続補正1】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0001

【補正方法】変更

【補正内容】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明はデジタルオーディオ放送信号等の受信に用いる受信装置に関し、さらに詳細には直交周波数分割多重（以下、OFDMとも記す）変調された信号を復調する復調器を備えた受信装置に関する。

## 【手続補正2】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0002

【補正方法】変更

【補正内容】

【0002】

【従来の技術】この種の従来の復調器を用いた受信装置は図2に示すように、QFDM変調された受信信号が入力端子に供給され、受信信号はミキサ1によって周波数変換され、A/D変換器2によりA/D変換される。A/D変換された受信信号はシリアル/パラレル変換器3においてパラレルデータに変換され、その出力パラレルデータは高速フーリエ変換回路（以下、FFT回路と記す）4に供給する。FFT回路4においては入力されたデータをフーリエ変換して、入力された時間領域の信号を周波数領域の信号に変換して出力する。FFT回路4からの出力は遅延検波回路6、周波数オフセット検出回路17に供給し、遅延検波回路6では入力された信号を遅延検波して復調データを出力端子から送出させる。

## 【手続補正3】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0004

【補正方法】変更

【補正内容】

【0004】しかし、上記した従来の受信装置では、特定のマルチパス環境において、周波数オフセット検出誤差が大きくなったりして、正常に受信できなくなる場合が生ずるという問題点があった。

## 【手続補正4】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】符号の説明

【補正方法】変更

【補正内容】

【符号の説明】

- 1 ミキサ
- 2 A/D変換器
- 3 シリアル/パラレル変換器
- 4 FFT回路
- 6 遅延検波回路
- 7および8 周波数オフセット検出回路
- 9 電圧制御発振器
- 10 切替スイッチ回路